

EFFECTOS RESPIRATORIOS POR LA INHALACIÓN DE GASES Y VAPORES EN
TRABAJADORES DE ESTACIONES DE SERVICIO

AGUIRRE GARCÍA YESICA LORENA
ESTÉVEZ VILLAMIZAR YEIMMY YULIETH

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS
SEDE VIRTUAL Y A DISTANCIA
FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES
PROGRAMA ADMINISTRACIÓN EN SALUD OCUPACIONAL
BOGOTÁ D.C.

2020

EFFECTOS RESPIRATORIOS POR LA INHALACIÓN DE GASES Y VAPORES EN
TRABAJADORES DE ESTACIONES DE SERVICIO

AGUIRRE GARCÍA YESICA LORENA
ESTÉVEZ VILLAMIZAR YEIMMY YULIETH

Documento resultado de trabajo de grado para optar por el título de Administrador en Salud
Ocupacional

Director: YENNY ANDREA ROZO SILVA

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS
SEDE VIRTUAL Y A DISTANCIA
FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES
PROGRAMA ADMINISTRACIÓN EN SALUD OCUPACIONAL
BOGOTÁ D.C.

2020

Dedicatoria

El presente trabajo investigativo se encuentra dedicado inicialmente a Dios y a nuestras familias quienes han sido un gran apoyo para nosotras a lo largo de toda nuestra carrera universitaria. Como también a todas las personas que de alguna u otra manera nos acompañaron en este ciclo, aportando a nuestra formación tanto profesional y como personal.

Agradecimientos

Primeramente, a nuestras familias por habernos apoyado durante este proceso formativo; como también a esta prestigiosa universidad Minuto de Dios por haber sido un gran apoyo durante todo este tiempo.

De manera especial a mi tutora de tesis, por habernos guiado, durante este transcurso no solo en la elaboración de este proyecto investigativo, sino por habernos apoyado arduamente para desarrollarnos como profesionales.

Tabla de contenido

| | Pág. |
|--|-------------|
| Resumen | 9 |
| Introducción..... | 10 |
| 1. Problema..... | 12 |
| 1.1. Árbol de problema | 12 |
| 1.2. Descripción del problema..... | 12 |
| 1.3. Formulación o pregunta problema | 14 |
| 2. Objetivos | 14 |
| 2.1. Objetivo general..... | 14 |
| 2.2. Objetivos específicos | 14 |
| 3. Justificación | 15 |
| 4. Hipótesis..... | 18 |
| 5. Marco de referencia | 18 |
| 5.1. Marco legal..... | 18 |
| 5.2. Marco investigativo..... | 22 |
| 5.3. Marco teórico..... | 30 |
| 5.3.1. Sistema respiratorio..... | 30 |
| 5.3.2. Sintomatología respiratoria | 31 |
| 5.3.3. Fisiología respiratoria..... | 32 |
| 5.3.4. Enfermedades pulmonares ocupacionales..... | 34 |
| 5.3.5. Siderosis | 34 |
| 5.3.6. Neumoconiosis por inhalación de otros metales | 35 |
| 5.3.7. Asma ocupacional..... | 35 |
| 5.3.8. Rinitis | 38 |
| 5.3.9. Síndrome mediado por Inmunoglobulina G (IgG) | 40 |
| 5.3.10. Bronquitis ocupacional | 40 |
| 5.3.11. Neumonitis por hipersensibilidad..... | 41 |
| 6. Metodología..... | 45 |
| 6.1. Enfoque y alcance de la investigación | 45 |

| | | |
|------|---|----|
| 6.2. | Cuadro resumen de objetivos, actividades, herramientas y población (o muestra) utilizada en la recolección de la información. | 46 |
| 6.3. | Descripción detallada del diseño metodológico desarrollado para el logro de los objetivos | 47 |
| 7. | Resultados..... | 47 |
| 7.1. | Describir los síntomas respiratorios mayormente reportados en los estudios en trabajadores expuestos a la inhalación de gases y vapores en estaciones de servicio. | 47 |
| 7.2. | Identificar las condiciones de seguridad e higiene reportada en los estudios en trabajadores expuestos a la inhalación de gases y vapores en estaciones de servicio. | 48 |
| 7.3. | Determinar los países con mayor reporte de efectos respiratorios derivados a la inhalación de gases y vapores de gasolina durante los años 2010 – 2020 | 49 |
| 8. | Presupuesto..... | 50 |
| 9. | Conclusiones..... | 51 |
| 10. | Recomendaciones | 51 |
| 11. | Referencias | 53 |

Listado de tablas

| | Pág. |
|--|-------------|
| Tabla 1. Marco Legal Nacional e Internacional..... | 19 |
| Tabla 2. Clasificación de la disnea..... | 32 |
| Tabla 3. Tipos de rinitis..... | 39 |
| Tabla 4. Clasificación de la vía aérea..... | 43 |
| Tabla 5. Cuadro resumen de objetivos..... | 46 |
| Tabla 6. Cuadro de condiciones de seguridad e higiene..... | 49 |
| Tabla 7. Cuadro de enfermedades a nivel mundial..... | 50 |

Listado de Figuras

| | Pág. |
|---|-------------|
| Figura 1. Árbol de problemas | 12 |
| Figura 2. Mapa de países con publicaciones relacionadas en el área..... | 49 |

Resumen

Introducción. Este proyecto de investigación se enfoca en las enfermedades que genera la inhalación de gases y vapores a trabajadores de estaciones de gasolina a nivel mundial, además las consecuencias que esto puede abarcar en el trabajador, ya que en la mayoría de las empresas que se dedican a la distribución y manejo de hidrocarburos y sus derivados no cumplen con la normatividad y reglamentación establecida por las autoridades competentes en cada país. **Objetivo.** Identificar las enfermedades respiratorias más prevalentes por inhalación de gases y vapores en los trabajadores de estaciones de servicio a nivel mundial durante los años 2010 - 2020, **Metodología.** Enfoque cuantitativo y de alcance descriptivo la búsqueda de información se realizó en bases de datos como Scopus, ScienceDirect, donde se describirá las consecuencias prevalentes por la inhalación de gases y vapores. **Resultados.** Se evidencio que los mayores países reportados por estos casos fueron India, Estados Unidos, Canadá y Egipto, cabe resaltar que la implementación de medidas preventivas es de suma importancia ya que el aumento del mercado automotriz es continuo, la exposición de los trabajadores es mayor.

Palabras Clave. Petrol station workers, Symptoms, Lung function, Risk assessmen, Gasoline inhalation.

Introducción

Las condiciones laborales en las que se encuentran los trabajadores en las estaciones de servicio son complejas ya que se enfrentan a diferentes situaciones que perjudican su salud, por lo cual se formularon normas nacionales que protegen al empleado como lo son: el Decreto 173 de 1995 “por el cual se promulga el Convenio 170 sobre la Seguridad en la utilización de los productos químicos en el trabajo, adoptado por la Conferencia General de la Organización Internacional del Trabajo el 25 de junio de 1990”, y la Ley 100 de 1993 que establece la seguridad social integral en Colombia, la cual permite conocer el comportamiento del sistema de salud, de tal forma cada país diseña e implementa normatividad adecuada para mejorar estas condiciones y conocer el adecuado manejo a las sustancias que implementa en su jornada y disminuir su exposición.

De tal manera en las áreas de trabajo se evidencian la exposición permanente de gases y vapores derivados del combustible generan afectaciones respiratorias en los trabajadores debido a la composición química; por lo que según estudios de la OMS (Organización mundial de la salud) en el año 2005 describe que el dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno generan a corto y largo plazo variedad de síntomas y efectos a la salud de la persona; como lo es la alteración pulmonar, donde presenta una mayor incidencia en América del norte, Europa y en zonas metropolitanas de estados unidos, debido al nivel de concentración de este tipo de sustancias y a la mayor cantidad de vehículos.

Por otro lado, el tratado de medicina del trabajo establece que el amoníaco es capaz de producir una enfermedad broncopulmonar, el sulfuro de hidrógeno afecta las vías

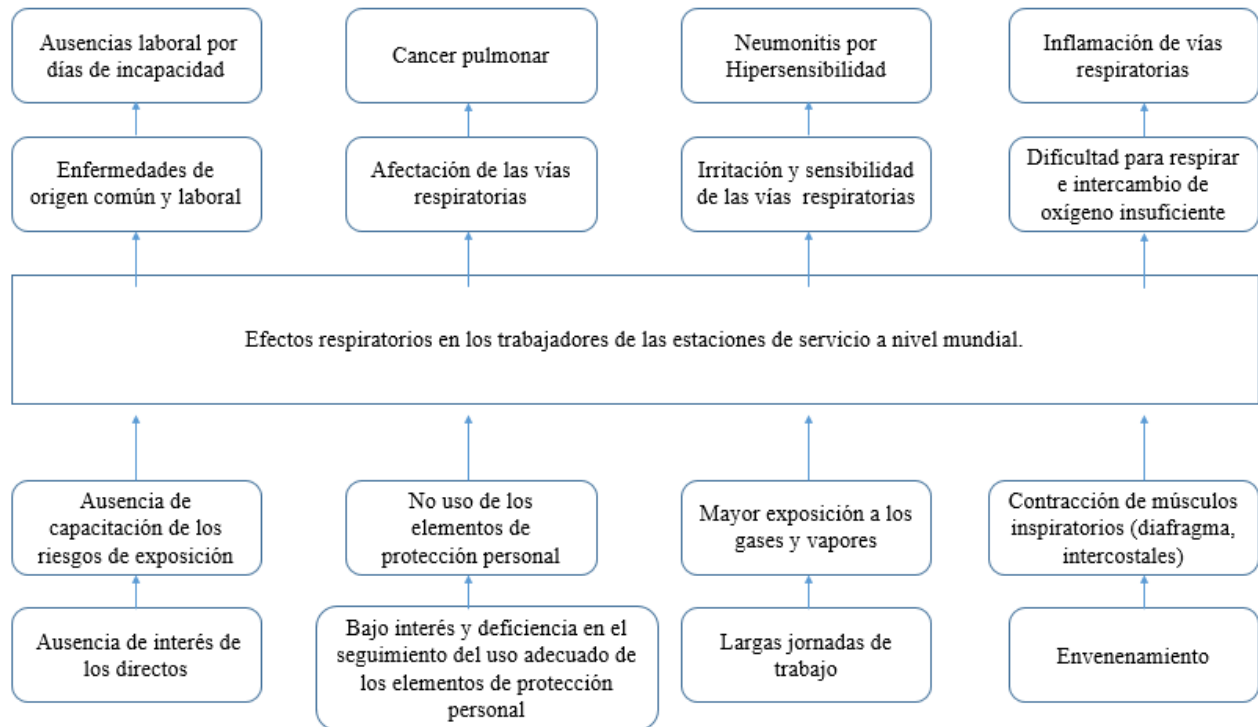
respiratorias el cual puede provocar un edema pulmonar afectando el sistema nervioso central.

Para el desarrollo de este trabajo se ejecutó una investigación mediante consultas en diferentes bases de datos; con el fin de determinar los efectos respiratorios que son generados en los trabajadores de las estaciones de servicio en diferentes países, de tal manera que se pueda evidenciar la incidencia de estos gases y vapores que son inhalados por largas jornadas laborales durante un periodo de tiempo.

1. Problema

1.1. Árbol de problema

Figura 1. Árbol de problemas



Fuente. Elaboración Propia

1.2. Descripción del problema

En la industria de distribución y comercialización de derivados del petróleo como la gasolina, ACPM y gas; cada vez es más práctico el manejo de la comercialización y venta al público, de esta forma se evidencia que el inadecuado manejo de estos productos llega a generar alteraciones en el aparato respiratorio y laceraciones cutáneas por permanente

contacto con los químicos derivados del petróleo que se manejan en las estaciones de servicio.

Esta problemática es un peligro silencioso ya que a pesar de que es una profesión muy antigua, los cuidados y los controles para el trabajador que se emplea en las estaciones de servicio son muy deficientes, sea de la forma preventiva o correctiva, siendo aún este un factor con prevalencia negativa en las enfermedades y afecciones causadas por la inhalación de gases y vapores que son producidas por los residuos contaminantes del producto.

“La estación de servicio de gasolina es un lugar donde los trabajadores están expuestos tanto al petróleo vapores y escape vehicular. El combinado los efectos de los dos pueden resultar en una disminución acelerada de funciones pulmonares”(Begum & Rathna, 2012).

Es por ello que las largas jornadas laborales desencadenan una fase de exposición constante, lo cual genera a los trabajadores diversos efectos a la salud, como los son: Neumonitis, cáncer pulmonar, inflamación de las vías respiratorias y de esta forma se produce una dificultad para respirar, que llega hacer un riesgo para la salud de los trabajadores, ya que no se permite el intercambio de oxígeno, por lo que esto conlleva a un incremento de las ausencias laborales en los sitios de trabajo. Ya que la ausencia de seguimiento e interés por parte de los directivos en cuanto a las formaciones de los colaboradores sobre el uso de los elemento de protección personal (EPP), genera una desinformación y no promueve el autocuidado en cada uno de los trabajadores.

1.3. Formulación o pregunta problema

¿Cuáles son los efectos respiratorios más prevalentes por inhalación de gases y vapores en los trabajadores que laboran en estaciones de servicio?

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Identificar las enfermedades respiratorias más prevalentes por inhalación de gases y vapores en los trabajadores de estaciones de servicio a nivel mundial durante los años 2010 - 2020

2.2. Objetivos específicos

Describir los síntomas respiratorios mayormente reportados en los estudios en trabajadores expuestos a la inhalación de gases y vapores en estaciones de servicio.

Identificar las condiciones de seguridad e higiene reportada en los estudios en trabajadores expuestos a la inhalación de gases y vapores en estaciones de servicio.

Determinar los países con mayor reporte de efectos respiratorios derivados a la inhalación de gases y vapores de gasolina durante los años 2010 – 2020

3. Justificación

A nivel mundial el consumo de los hidrocarburos ha presentado una variación en el consumo del combustible del 1.4% desde el año de 1990 al 2016, según Ocampo, J. director del Banco de la República menciona que su ritmo de crecimiento es igual al PIB mundial, aunque el inadecuado manejo que se le ha brindado en cada país ha generado problemáticas ambientales como el cambio climático y a su vez una revolución tecnológica energética, lo que podría conllevar a que se presente un decrecimiento en su consumo a partir del 2040; aunque esta proyección podría estar lejos de cumplirse, debido a la dependencia que tiene el modelo económico sobre este la producción de los hidrocarburos para diferentes procesos, como también para el funcionamiento del transporte, en la cual se han creado diferentes alternativas como los vehículos de energía eléctrica para disminuir el consumo de los hidrocarburos.

“En la década de los 70’s, el aporte del petróleo al sector energético mundial fue del 46%. Cuarenta años más tarde, y pese al incremento en el consumo, su incidencia ha disminuido al 33%, debido al crecimiento de otras fuentes como la energía nuclear y el gas natural” (Asociación de la Industria Hidrocarburífera del Ecuador, 2011) pero el consumo energético del planeta ha llegado a aumentar al 87% entre el petróleo, gas natural y el carbón. El mundo consumirá en 2020 un 1,14 % más de petróleo que este año, con lo que superará por primera vez la marca de los 100 millones de barriles diarios (MBD) en un incremento

impulsado principalmente por las economías de China e India, según calculó este jueves la OPEP en su análisis mensual del mercado petrolero (Sánchez, 2019)

Los datos determinados son establecidos por la Organización de Países Exportadores de Petróleo (Organización de Países Exportadores de Petróleo), la cual es la organización de países exportadores de petróleo que menciona que la economía mundial crecerá en 2020 un 3.2 %, de tal forma se estima que la demanda llegará a los 101,01 millones de barriles diarios de media, siendo Asia el principal líder que maneja el mercado, debido a que absorberá el 13% del crudo que se extraiga a nivel mundial. A diferencia de los países europeos los cuales tienden a utilizar las energías alternativas y así disminuir el consumo de los hidrocarburos, pero muy diferente es el caso de América Latina ya que se espera que el consumo aumente subiendo un 1,3 % más de petróleo que este año, especialmente en el sector del transporte y de la industria (Hormaeche Azumendi et al., 2008).

Dicho aumento se presenta con mayor frecuencia en Brasil, Ecuador, Argentina y Venezuela, pero es importante conocer qué países cuentan con gran cantidad de reservas de petróleo, en lo cual “a nivel mundial, en Medio Oriente está el 48% de las reservas de crudo; Arabia Saudita domina la región con el 16,1 % de las reservas del planeta. En cambio, Venezuela tiene el 17,9% de las reservas probadas de crudo, convirtiendo a América Latina y el Caribe, en la segunda región con reservas mundiales de petróleo”(Asociación de la Industria Hidrocarburífera del Ecuador, 2011)

Los hidrocarburos son en su mayoría implementados para el sector del transporte, pero a nivel mundial se evidencia como existen diferentes países como Francia, Noruega, China, Estados Unidos e India promueven el uso de combustibles diferentes a la gasolina, diésel o cualquier compuesto que se encuentre combinado como fuente de energía para los vehículos motorizados.

De tal forma siendo América Latina la segunda región con más reservas petroleras su manejo es importante para el desarrollo actual de la industria, aunque cabe resaltar que es el país de Venezuela el cual tiene una mayor riqueza del conocido como “oro negro”, sin embargo, con los problemas políticos que tiene Venezuela ha dejado de ser uno de los pilares de distribución de petróleo, además que en el caso de toda América Latina después de que las organizaciones entre la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) y Rusia se unieron con el fin de disminuir la producción mundial en 1,2 millones de barriles por día (bpd) durante el primer semestre de 2019, lo cual impactaría en gran medida en la estabilidad económica de cualquier país que dependa de la exportación de los derivados del petróleo para tener un desarrollo.

“En total, se proyecta que la demanda de energía en Colombia registre al 2050 un incremento del 130 por ciento en el consumo de energía, liderado por los sectores transporte e industria, que representan en conjunto el 70 por ciento de la canasta energética” (Suárez López, 2019), lo que se puede demostrar que el consumo no se disminuye con los cambios, sino sucede lo contrario como se evidencia en la siguiente gráfica, donde no se reduce el consumo de los hidrocarburos, esto se puede generar por

diferentes factores que aumentan el consumismo de la población por combustibles más económicos.

Por lo que es de gran importancia tener en cuenta que los factores más influyentes del consumo de los hidrocarburos es el aumento del flujo vehicular, por lo cual para suplir dicha demanda es importante establecer el medio para que los consumidores puedan abastecer esta demanda, lo que genera la creación de las estaciones de gasolina, donde sus trabajadores tendrán que estar expuestos a estos compuestos en un promedio de 8 horas al día durante 6 días en promedio, y al manipular estas sustancias que llegan a ser nocivas si no se implementan los elementos de protección personal (EPP) pueden generar efectos negativos en la salud de los empleados de la estación de gasolina

4. Hipótesis

De acuerdo con la propuesta planteada para este proyecto no se llevará a cabo análisis de métodos estadísticos para probar hipótesis, debido a que se fundamenta en una revisión sistemática exploratoria de literatura.

5. Marco de referencia

5.1. Marco legal

El marco legal de esta investigación se encuentra dentro del ámbito sistemático, industrial, salud, higiene y seguridad del trabajo; las normas, decretos y aspectos legales que se muestran a continuación son la base teórica para abordar el tema de investigación por lo tanto cuya implementación es fundamental para no vulnerar estatutos nacionales e

internacionales por consiguiente se hace referencia a estas leyes que presentan algún tipo de relación respecto al tema de investigación. Ver tabla 1.

Tabla 1. Marco Legal Nacional e Internacional

| Normas Nacionales e Internacionales | | | | |
|--|---|------------|---|---|
| Norma Nacional | Institución Normalizadora | Año | Descripción | Aporte al Proyecto |
| Decreto 1973 DE 1995 (noviembre 8) | Ministerio de Relaciones Exteriores de Colombia | 1995 | Ratifica el convenio 170 donde estipulan y aceptan el manejo y uso de productos químicos en el trabajo, garantizando que todos los productos químicos que roten en el área de trabajo sean evaluados para determinar el nivel de peligrosidad, proporcionando a los trabajadores sistemas de aprendizajes e información para entender el tipo de producto que se está utilizando, de manera que puedan poner en práctica planes de Prevención. Adaptando y clasificando la manipulación, almacenamiento, transporte, eliminación, emisión y mantenimiento de productos químicos usados diariamente en el área de trabajo. | Este convenio permite analizar más detalladamente aspectos relevantes frente al uso de productos químicos en el área de trabajo, por ende en la investigación de enfermedades pulmonares por inhalación de gases y vapores provenientes de productos químicos se debe interrogar más a fondo el motivo de las consecuencias generadas después de una exposición prolongada a diferentes agentes químicos, aun existiendo, medidas de prevención, exposición, manipulación y disposición final de sustancias químicas entre otras. |
| Norma Internacional | | | | |
| Convenio sobre los productos químicos, 1990 (núm. 170) | Organización Internacional del Trabajo | 1990 | El tratado implantar la adopción y la aplicación de una política consecuente en principio de seguridad en el uso de productos químicos en el trabajo, que incluyen la producción, la | Permite entender el debido manejo de sustancias y productos químicos de alto riesgo, la cual deben llevar un manejo diferente y muy delicado. |

| Normas Nacionales e Internacionales | | | | |
|---|---|-------------|---|--|
| Norma Nacional | Institución Normalizadora | Año | Descripción | Aporte al Proyecto |
| | | | <p>ejecución, el almacenamiento y el transporte de materiales químicos, así como la eliminación y el tratamiento de los desechos de productos químicos, la transmisión de productos químicos resultante del trabajo y el mantenimiento, la reparación y la limpieza de los elementos y herramientas para usar dicho producto químico.</p> | |
| <p>Ley de Seguridad y Salud Minera de 1977 (30 USC Capítulo 22)</p> | <p>Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH)</p> | <p>1977</p> | <p>Es la agencia encargada de suministrar información para recomendar medidas de salud y seguridad en el trabajo, la cual crea libretas informativas o guías de bolsillo con gran variedad de información de sustancias químicas y medidas preventivas</p> | <p>Esta guía facilita el acceso a la información de productos y sustancias químicas a las que él trabajadores manipula constantemente en el ambiente laboral; de esta forma brinda de manera fácil y rápida el reconocimiento de las medidas preventivas que se debe de tener en cuenta al momento de manipular un producto químico, como lo es el límite de exposición, nivel de toxicidad en el organismo y descripción física del producto.</p> |

| Normas Nacionales e Internacionales | | | | |
|---|---|------------|---|--|
| Norma Nacional | Institución Normalizadora | Año | Descripción | Aporte al Proyecto |
| Convenio sobre los productos químicos, 1990 | Organización Internacional del Trabajo | 1990 | El tratado implantar la adopción y la aplicación de una política consecuente en principio de seguridad en el uso de productos químicos en el trabajo, que incluyen la producción, la ejecución, el almacenamiento y el transporte de materiales químicos, así como la eliminación y el tratamiento de los desechos de productos químicos, la transmisión de productos químicos resultante del trabajo y el mantenimiento, la reparación y la limpieza de los elementos y herramientas para usar dicho producto químico. | Permite entender el debido manejo de sustancias y productos químicos son de alto riesgo, la cual deben llevar un manejo diferente y muy delicado. |
| Real decreto 374 del 2001, de 6 de abril | Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) | 2001 | Institución que determina el cuerpo básico de garantía y responsabilidades básicas que establece las condiciones idóneas de seguridad y salud en el trabajador mientras se encuentre expuesto a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo, el REAL DECRETO desarrolla normas de cumplimiento obligatorias. En efecto se encuentran destinadas a garantizar la protección e integridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con | El aporte del Real Decreto en el proyecto de investigación es empapar de conocimientos normativos y reglamentarios con el fin de prevenir accidentes, incidentes y enfermedades futuras que puedan venir por la exposición de agentes químicos en el área de trabajo. De este modo crea, determina, clasifica, producto por toxicidad, nivel de peligro y valores límites permisibles. |

| Normas Nacionales e Internacionales | | | | |
|--|---|------------|--|--|
| Norma Nacional | Institución Normalizadora | Año | Descripción | Aporte al Proyecto |
| | | | los agentes químicos durante el trabajo. | Permitiendo tener un mejor entendimiento frente al comportamiento de los agentes químicos en el organismo. |
| Revista número 17 de las Naciones Unidas | Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (UNECE) | 2011 | Esta revista estipula y actualiza reglamentos bajo el reglamento modelo para el transporte de materiales peligrosos entre estos los hidrocarburos dirigidos a los gobiernos y a todas las organizaciones internacionales que su principal función es velar y generar seguimiento del manejo y transportes de materiales o sustancias peligrosas. | Se logro evidenciar que la seguridad y salud en el trabajador es primordial, por esta razón generan las recomendaciones mínimas para el manejo y transporte de sustancias peligrosas, para que a nivel mundial se puedan implementar y con viabilidad de ser modificadas dependiendo la ciudad o país. |
| Ley 29783 | Normativa de Seguridad y Salud en el Trabajo en Perú | 2012 | Esta ley está fundamentada sobre la creencia de que la principal base para lograr la prevención en Seguridad y Salud en el Trabajo se encuentra en la concienciación de todos los miembros de las organizaciones. | Esta ley permite validar que para toda prevención de riesgos en los trabajadores, la base principal es capacitar y concientizar con el fin de cuidar la integridad del trabajador |

Fuente. Adaptado de: Senado federal do Brasil, OIT, OISS, Minagri, INSHT,

5.2. Marco investigativo

Para Patil & Sinha, las estaciones de gasolina son las áreas donde diariamente laboran gran cantidad de personas, las cuales realizan una actividad que es vital para el funcionamiento adecuado de cualquier comunidad, por lo cual “Es probable que el

ambiente contaminado en las bombas de gasolina tenga efectos adversos en la salud de los trabajadores” (Sinha & Patil, 2015), de tal manera que no implementar los EPP necesarios puede llegar a generar grandes consecuencias en la salud, además de no formular procedimientos adecuados.

“El rápido aumento de las estaciones de servicio que se evidencia en la última década, y la contaminación del aire ha aumentado drásticamente” (Kunal D, Sandip M & Daidipya C. 2019), este gran cambio generó que las diferentes entidades de seguridad y salud en el trabajo se enfocarán en este ámbito, con el fin de conocer sobre las posibles afectaciones que se pueden presentar en los empleados, a su vez conlleva a que se incremente la importancia a “La salud laboral, la cual ha ido ganando importancia para el hecho de que la exposición a largo plazo puede conducir a un permanente morbosidad” (Begum & Rathna, 2012), de tal forma esto amplió los riesgos que eran inexistentes para las personas que laboran en estas áreas, donde realizan el uso y manejo de hidrocarburos de forma continua por un periodo que normalmente tiene una duración de 8 horas.

Así mismo diferentes estudios han demostrado que laborar en un tiempo prolongado en dichas estaciones de gasolina genera daños al sistema respiratorio como lo demuestra el estudio de pruebas de función pulmonar en trabajadores de bombas de gasolina en la ciudad de Karad D; donde se evidencio un deterioro de la función pulmonar (tipo predominantemente restrictivo) en ambos grupos de estudio en comparación con los controles. La exposición al aire contaminado y a los gases de la gasolina / diésel provoca un trastorno de la función pulmonar en los trabajadores de las bombas de gasolina. FEF25-

75% (tasa de flujo espiratorio forzado durante el 25 al 75% de la espiración), FEF 0.2-1.2 (flujo espiratorio forzado entre 0.2 -1.2 litros de aspiración)” (Begum & Rathna, 2012)

De tal forma “La disminución de las funciones pulmonares en los trabajadores de las bombas de gasolina podría deberse a la exposición a vapores de combustible de gasolina, escape de diésel y partículas en suspensión en el aire en las bombas de gasolina”(Pratap Singh, A, Sharma, N; Agarwal, R; Agarwal, A, 2020), que se propagan al momento de manipular las sustancias químicas esenciales para el funcionamiento de los automóviles, pero que al ser compuestos volátiles, es decir, dispersarse en el aire el grado de consecuencias es mayor, aunque cabe resaltar que al ser un servicio que se realiza al aire libre sus repercusiones son de forma plausible pero si no se implementa sistemas de recuperación de vapor, la cual contiene dichas emisiones que llegan a ser nocivas no solo para el ser humano sino también al medio ambiente.

Debido al uso continuo de estos compuestos derivados del petróleo como mecanismo que hace funcionar el motor del sistema vehicular, el cual como se ha mencionado anteriormente ha aumentado significativamente por la demanda de vehículos motorizados, esto conlleva a la creación de diferentes combinaciones de sustancias químicas para suplir dicha demanda y aumentar no solo los ingresos económicos o las opciones para los usuarios, sino también mejorar el rendimiento de este. Una de las sustancias químicas implementadas es el etanol, pero “Actualmente, la información de la base de datos científica es muy limitada sobre los efectos adversos de las dosis bajas de etanol inhaladas (ETOH). Este estudio mostró que la inhalación de ETOH a bajas

concentraciones dio como resultado niveles medibles de acetaldehído (ACTDH) en aire alveolar (AA) y sugiere que acetaldehído (ACTDH) puede usarse, con buena relevancia toxicológica, como un indicador de exposición a bajos niveles de ETOH en el aire.” (Tardif et al., 2004)

Además, se presenta otros compuestos como “El metil terc-butil éter (MTBE) es el oxigenato de éter más utilizado y estudiado y se agrega a la gasolina en concentraciones de hasta 15% en volumen. La inhalación de humos al alimentar automóviles es la principal fuente de exposición humana al MTBE” (Ezzat et al., 2011) Siendo estos algunos de los más conocidos, pero es fundamental tener presente las sustancias que son implementadas con mayor frecuencia, es decir, la gasolina y el diésel, ya que son compuestos que fueron utilizados como la principal fuente de energía para impulsar los vehículos automotores, por lo cual determinar sus componentes es de gran importancia para implementar mecanismos que mitiguen los daños a la salud del ser humano. En ese caso “La gasolina es una mezcla de hidrocarburos volátiles, mientras que el diésel es un destilado de petróleo que contiene parafina, alquenos y aromáticos. Alrededor del 95% de los componentes en el vapor de gasolina son compuestos alifáticos y alicíclicos y menos del 2% aromáticos” (Sumathi & Neelambikai, 2016), el uso de estos producen los vapores de gasolina/diésel que contaminan la atmósfera lo que deteriora la función pulmonar de los empleados, aunque cabe mencionar que la gasolina es la más perjudicial por los aditivos químicos que se agregan para que cumpla con el rendimiento esperado en los casos donde no se realiza la combinación del plomo, en dichos casos la gasolina con plomo no genera grandes efectos

en la salud de las personas que lo manipulan, pero aun así puede causar un daño estructural de parénquima pulmonar.

Pero existe otro tipo de productos nocivos que son derivados de los compuestos combinados que se emiten por diferentes causas, en el caso de que las sustancias como la gasolina o el diésel se derramen y se combinan con otros elementos químicos o también se presenta por las emisiones que generan normalmente por estos medios de transporte que según los “Estudios en animales han demostrado que la exposición a partículas combinado con la exposición a un gas irritante como NO₂, da como resultado un mayor daño al pulmón que cuando se expone a cualquiera de las sustancias individualmente. En combinación con contaminantes particulados, SO₂ y NO₂ tienen una mayor oportunidad de llegar a las partes más profundas de los pulmones. Los contaminantes gaseosos también pueden alterar el propiedades y concentración de tensioactivo y, por lo tanto, pueden contribuir al cierre temprano de pequeñas vías respiratorias”(Begum & Rathna, 2012)

Por lo anterior, se puede establecer que existen diversos riesgos asociados a la manipulación de los hidrocarburos, los cuales se encuentran unidos a los niveles de exposición que incurre los trabajadores, donde “La inhalación a largo plazo de 1/5 LC 50 de G 1 o G 2 durante 30 minutos al día durante seis semanas consecutivas causó alteraciones histológicas intensas en las células epiteliales del revestimiento de los bronquiolos (Ezzat et al., 2011). De tal manera se determina que en los países donde los trabajadores tienen una intensidad horaria mayor a 8 horas se encuentran más propensos a

contraer enfermedades crónicas en el sistema respiratorio, por lo que “la inhalación de vapor de gasolina indujo lesiones en el tejido pulmonar y daño celular concomitante con el deterioro del sistema de defensa antioxidante pulmonar” (Ezzat et al., 2011).

Aunque es importante señalar que en diferentes estudios se evidenció que en los trabajadores que se han encontrado expuestos en menor grado a estos compuestos sólo han llegado a presentar inflamación e irritación en las vías respiratorias, pero en casos más graves se genera es demolición de la función renal y hepática, daños en los sistemas nerviosos centrales, aumentó de las afectaciones carcinogénicas otros efectos que pueden causar la muerte. Pero las enfermedades tienden a variar según los compuestos químicos que se manipulen con más frecuencias ya que los “superóxidos, ozono y óxidos de azufre ejerce un efecto irritante sobre el epitelio bronquial, también afecta los cilios y las células claras y libera enzimas proteolíticas de macrófagos.” (Niraimathi et al., 2014)

Con el aumento del flujo vehicular la creación de estaciones de gasolina son mayores, por lo cual los riesgos que se presentan se incrementan con el pasar de los años, de tal manera que muchos países empezaron a realizar investigaciones de “estudios en trabajadores de bombas de gasolina en India en Aurangabad (Maharashtra), Chittoor (Andhra Pradesh), Delhi, Mysore y Ahmedabad. La mayoría de los autores encontraron un patrón restrictivo del patrón pulmonar, mientras que algunos encontraron un patrón mixto” (Deora, K; Meghnad, S; Hulke; Bhargava, 2019), estos son algunos de los cuales realizaron investigaciones en estas áreas, en donde se obtuvieron información en común en cuanto a

que “los trabajadores también se encuentran expuestos contiene partículas y gases como dióxido de azufre, dióxido de carbono, monóxido de carbono y dióxido de nitrógeno.

Las partículas <2.5 micrones y las partículas de diésel de tamaño <0.1 micrones producen especies reactivas de oxígeno ayudan con la inflamación”(Dube et al., 2013) aunque las emisiones generadas varían según la ubicación, ya que el flujo vehicular no es lo mismo en las grandes ciudades como en los pequeños pueblos, pero también se encuentran las estaciones de gasolina ubicadas en la carretera donde la cantidad de vehículos que utilizan el servicio puede aumentar o disminuir dependiendo las temporadas de días festivos, vacaciones, eventos especiales entre otros.

Los factores que deterioran la calidad del aire son fundamentales para determinar los efectos a la salud que se presentan en el sistema respiratorio de los trabajadores de las estaciones de gasolina, ya que en algunos estudios donde se realizaron seguimientos a los empleados para conocer la condición de la función pulmonar se tuvieron en cuenta la calidad del aire, en el caso de la investigación realizada por Begum S & Rathna MB en la estación de gasolina de la Junta Central de Control, donde la contaminación por material particulado suspendido tiene niveles altos, lo que perjudica a los trabajadores que laboran allí.

Estas partículas que son emitidas en el proceso que realiza las estaciones de gasolina, son imperceptible para el ojo humano, estas “partículas son altamente respirables

y tienen una superficie grande área que puede transportar una mayor fracción de tóxicos. Hidrocarburos y metales en su superficie, estos pueden permanecer en el aire por períodos de tiempo más largos y puede ser depositado en mayor número y más profundo en los pulmones que las partículas de gran tamaño” (Dube et al., 2013), lo que hace que sean una amenaza para cualquier persona que lo manipule sin utilizar los guantes y el tapabocas adecuado que restrinja el contacto de los compuestos químicos a los empleados, ya que “las partículas generadas por los vapores diésel son extremadamente pequeño que tiene un diámetro entre 0.02 nm a 0.2 nm, en virtud de su mayor área de superficie a relación de masa conduce a deposición de hidrocarburos en el tejido pulmonar y esto puede deteriorar el tejido pulmonar (Niraimathi et al., 2014)

Cabe mencionar que las estaciones de gasolina que se encuentran ubicadas en una zona verde tienen una calidad del aire mejor, debido a que parte de las emisiones como el dióxido de carbono que emiten los vehículos motorizados son captados por la cobertura vegetal lo que disminuye que el sistema respiratorio se vea afectada.

Con el fin de mejorar las condiciones laborales se espera que cada entidad implemente diferentes mecanismos para reducir el riesgo, como “reducir la concentración de benceno en emisión de aire incluyendo evaporación de aire. Mejora en motor diseño, filtros de hollín y modificación del combustible, como el uso de biodiesel puede ser útil” (Dube et al., 2013) además de realizar exámenes médicos periódicos para conocer las condiciones de salud de todos los trabajadores utilizando “la espirometría es uno de los

métodos más baratos y fáciles. Disponible para la evaluación de las funciones pulmonares” (Dr Santosh V Chidri & Patil, 2014), y por último es importante que se maneje un horario rotativo para que los empleados no se encuentren expuesto por largos periodos a estos compuestos, ya sea disminuyendo sus horas o rotarlos en otras áreas de servicio que maneje las estaciones de gasolina, de tal forma se protege a largo plazo a todos los trabajadores que se exponen diariamente a los hidrocarburos y sustancias químicas.

5.3. Marco teórico

5.3.1. Sistema respiratorio

El sistema respiratorio es un mecanismo complejo en el cual provee el oxígeno que las células necesitan a través de la presión alveolar de oxígeno alta y manteniendo el CO₂ relativamente bajo, para permitir la máxima carga de la hemoglobina con oxígeno y una adecuada remoción de CO₂ (Iermoli, M. A; Dvorkin, D; P. Cardinali, 2010). Aunque también lo definen como una función primordial que lleva a cabo la respiración mediante las estructuras y los mecanismos fisiológicos, este es un proceso que consiste en la oxidación de sustratos energéticos en presencia de oxígeno. Este debe encargarse de que cada célula “respire”, es decir, que debe asegurar de que llegue oxígeno (O) suficiente, en la oxidación se desprende dióxido de carbono CO₂ (Arcas Patricio, 2006)

Aunque muchas de las definiciones tienen expresiones parecidas existen algunos como Ulrich Welsch y Johannes Sobotta, los cuales lo definen como un intercambio de

gaseoso que ocurre dentro del pulmón de oxígeno (O_2) y el dióxido de carbono (CO_2), este proceso se le denomina respiración externa, pero también existe la respiración interna o hística, con la cual se entiende el consumo de O_2 y la formación de CO_2 por las células (Welsch & Sobotta, 2008).

5.3.2. Sintomatología respiratoria

De acuerdo a la definición del sistema respiratorio y las actividades que este debe realizar para un óptimo funcionamiento en el momento del intercambio gaseoso, se evidencian actividades inusuales que pueden ser pruebas o señales de que algo no va bien lo que se denomina como sintomatología respiratoria una de estas señales es la expulsión ruidosa y brusca de aire que se encuentra en los pulmones (tos) y en algunas ocasiones puede venir acompañada de expectoración ya sea mucosa o con partículas de sangre identificada médicamente como hemoptisis. (Lechtzin & Hopkins, 2017)

Otra señal de problemas en el sistema respiratorio es el tipo de ruido que se produce en el momento de toser como lo son el ruido Roncus que se asemeja al sonido de una persona roncando, el ruido llamado sibilancias que se presenta cuando hay bastante obstrucción en los pulmones y es un sonido continuo parece a un silbido con un pito, otro de estos ruidos es el denominado estertores y se identifica por la particularidad de burbujeo causada por el exceso de secreción en los pulmones, también encontramos los ruidos crepitantes que son parecidos al sonido que produce arrugar una hoja de papel o pisar hojas secas y a su vez indica que hay líquido en los alveolos, el ruido estridor se ubica a nivel de

la laringe puede ser ocasionado por inflamación de la cuerdas vocales y se asimila al sonido que produce al tocar una mancuerna, otra de las señales de problemas del sistema respiratorio es la disnea aquella sensación incómoda de ahogo sin causa específica.

(Barcala, 2004) Ver tabla 2.

Tabla 2. Clasificación de la disnea

| Grado de disnea | Intensidad | Descripción |
|------------------------|----------------------|--|
| 0 | No hay disnea | No se fatiga al hacer ningún ejercicio |
| 1 | Leve | Se fatiga al caminar rápido en lo plano o al subir una pendiente |
| 2 | Moderada | Caminando en lo plano se fatiga más rápido que una persona normal |
| 3 | Moderadamente severa | Se fatiga al caminar a su propio paso en lo plano, por lo cual debe detenerse con frecuencia |
| 4 | Severa | Se fatiga al caminar despacio en lo plano, por lo cual debe detenerse cada cincuenta metros (media cuadra) |
| 5 | Muy severa | Se fatiga al vestirse o desvestirse. Debido a la fatiga no puede salir de su casa |

Fuente. Adaptado de: Introducción a la clínica.

5.3.3. Fisiología respiratoria

Este proceso es llevado a cabo a través del transporte de captación de oxígeno (O_2), (O_2), y la eliminación de (CO_2), para determinar la funcionalidad del sistema respiratorio, se debe tener en cuenta el control de la respiración, equilibrio ácido-base, caja torácica, músculos respiratorios y los pulmones. (Lechtzin, 2020)

La fisiología respiratoria también se considera como el proceso funcional por el que el oxígeno es transportado desde el ambiente del individuo hasta llegar a los alveolos y a su vez desde sus alvéolos al exterior, también indica que para este proceso se ven involucradas algunas propiedades mecánicas del centro respiratorio como lo es la elasticidad (propiedad de un cuerpo a volver a la posición inicial después de sufrir una deformidad), viscosidad ya que depende de la fricción del oxígeno con el tejido pulmonar , tensión superficial(es la fuerza que ocurre en las moléculas de un líquido cuando entra en contacto con gas), en este caso ocurre cuando los alveolos tienen un contacto con el oxígeno al momento del intercambio gaseoso(Canet, 2020).

Por otro lado, para Lechtzin N, Hopkins J, puntualizan el intercambio gaseoso como proceso vital para un organismo, ya que al realizar este intercambio genera la suficiente energía para poder cumplir con las actividades naturales que este cumple en el proceso de oxigenación y de esta manera hacer el cruce de nutriente y energía por medio del torrente sanguíneo, por ende cada parte que complementa el aparato respiratorio es fundamental para que el oxígeno que es inhalado desde la nariz cumpla su destino hasta los alvéolos. (Lechtzin, 2020)

Finalmente, el intercambio gaseoso es una de las funciones más importantes y para ello el pulmón debe integrar todos los procesos armónicamente como lo es la ventilación pulmonar (proceso que hace fluir el aire entre la atmósfera y los alvéolos a través de los actos de la inspiración y la espiración), relación ventilación - perfusión (La primera

depende de la intermitencia de los movimientos respiratorios y la segunda de las variaciones entre sístole y diástole) (Cárdenas et al., 2009)

5.3.4. Enfermedades pulmonares ocupacionales

Para, (Maldonado, 2004) & (et al, 2004), las enfermedades pulmonares ocupacionales son definidas como afecciones bronquiales, alveolos intersticiales y/o pleurales secundarios a la exposición de materiales particulados, gases vapores o humos en los diferentes ambientes laborales, por otra parte, para Salinas y Solar; las enfermedades respiratorias más relevantes en el medio nacional son: Silicosis, asma, enfermedades por asbesto y enfermedades por hipobaría.

5.3.5. Siderosis

Según Doig y Mc Laughlin en el año 1936, catalogan a la neumoconiosis del soldador o la neumoconiosis siderótica, como una enfermedad pulmonar cuya causa es por la inhalación crónica de humos de hierros en soldadores de arco eléctrico. Por otra parte, Dueñas, J.M. Vaquero Barrios, indican que la Siderosis es una afectación en los pulmones producida por la inhalación de vapores o polvos con hierro, aunque no es maligna y no muestra consecuencias mayores, sin embargo, puede generar lesiones pulmonares cuando la exposición a otros polvos o vapores es continua. Finalmente, Laughlin indica que la siderosis es una enfermedad causada por inhalación de partículas de hierro que se suspenden en el ambiente que se sitúan en los espacios linfáticos peri bronquiales y periarteriales.

5.3.6. Neumoconiosis por inhalación de otros metales

Según M. Gallardo Medina y E. Pérez Sánchez los metales como el estaño, antimonio y bario pueden dar imágenes radiológicas similares a la siderosis. Este tipo de metales ocasionan una neumoconiosis en la cual no hay reacción patológica fibrosa y suelen denominarse neumoconiosis benignas. Aunque también se evidencian algunas definiciones relacionadas como del autor Borobia C, que lo menciona como neumoconiosis por inhalación de siderosis, generada por el óxido de hierro, relacionada con la industria metalúrgica y pulida de metales. Sin embargo, Ramírez A, lo describe en una neumoconiosis producida por la inhalación de polvo sílice, que genera características de la fibrosis pulmonar y problemas bronquíticos. Este factor es el causante de afecciones pulmonares como también de enfermedades cancerígenas e incapacidades laborales temporales o permanentes.

5.3.7. Asma ocupacional

Según, Zubiría define el asma ocupacional como la inhalación de sustancias presentes en el sitio de trabajo, donde los factores de riesgo que pueden desarrollar la patología; se pueden dividir en factores relacionados con el trabajo y factores del huésped

Por otra parte, Friedman y Petsonk, L; el asma ocupacional es provocada por exposición ambiental en el lugar de trabajo, la existencia previa de asma o hiperreactividad de las vías aéreas, con síntomas que empeoran con la exposición durante el trabajo a irritantes o a estímulos físicos, suele clasificarse de forma independiente como asma agravada por el trabajo (Stellman, 1998). Sin embargo, para Granados, M, Rovira G, y

Baños M, es una afección respiratoria caracterizada por la obstrucción variable del flujo aéreo y/o hiperreactividad bronquial (respuesta exagerada de la mucosa bronquial) y responsable del origen de los broncoespasmos (contracción de los músculos bronquiales) en las vías respiratorias, adquiridos por causas o condiciones en el área laboral.

Para su respectivo diagnóstico se debe realizar a profundidad un análisis detallado de la historia clínica del trabajador y adicional pruebas complementarias con el fin de diferenciar si es de origen laboral o si es un agravamiento del asma previa, teniendo en cuenta que en la mayoría de casos no cuentan con la información completa del estado de salud del trabajador y/o condiciones económicas, sociales y antecedentes patológicos (enfermedades que tengan incidencias a lo largo de la familia) del trabajador.

Por otro lado, Cebollero, P. Echegoyen E, Santolaria, M.A; a mejor definición de asma ocupacional es la que adopta Bernstein y col, donde plantean que el asma ocupacional es la presencia de una limitación variable al flujo aéreo y de hiperreactividad bronquial por causas provenientes del área de trabajo, esto permite evidenciar que dos o más especialistas en el área medicinal concuerdan, aceptan y realizan investigaciones bajo la definición como lo plasman Bernstein y col, con el fin de alimentar y complementar todo lo relacionado con la enfermedad asma ocupacional. (Cebollero et al., 2005)

Así mismo P. Cebollero¹, E. Echegoyen², M.A. Santolaria, mencionan que según si los síntomas aparecen o no aparecen tras un periodo de latencia (tiempo que transcurre entre un estímulo y la respuesta que produce) se clasifican en dos subgrupos: asma ocupacional inmunológica y no inmunológica. (Cebollero et al., 2005)

Historia natural del asma ocupacional: Según la historia natural del asma ocupacional el trabajador pasa por una reacción a diferentes factores y estímulos creados en el área de trabajo, pero para el desarrollo de esta enfermedad laboral se debe basar en muchos factores; para ello recordemos que no todos los organismos no tienen la misma capacidad de defensa ante estímulos, virus, bacterias que pueden atacar al sistema inmunológico y por ello se debe tener en cuenta los antecedentes que pueda tener el trabajador como lo son los factores genéticos, atopias (estados de hipersensibilidad y capacidad de producir anticuerpos en exceso donde toman en su mayoría factores externos como agresivos aunque no lo sean), luego empieza la fase de exposición del individuo a factores que puedan ocasionar reacciones en el organismo, evaluando la concentración del agente, duración de la exposición y características patogénicas que dichas sustancias poseen o tal vez lo tomaban como una reacción secundaria por algún factor intercurrente (enfermedad que se desarrolla mientras está en proceso la otra), este tema entró en varios debates por aclaración de este tipo de reacción en los trabajadores y en un tiempo lo definieron como rinitis (reacción alérgica a diferentes tipos de sustancias).

Debido al desarrollo de la tecnología e investigaciones asociadas a enfermedades pulmonares y las causantes de estas, los especialistas en la rama de la medicina llegaron a la conclusión que todas estas reacciones en el sistema respiratorio de los trabajadores por inhalación y exposición a sustancias y factores que se encuentran en el ambiente laboral, a partir de esta conclusión la implementación de medidas preventivas y correctivas frente a

esta enfermedad laboral hacen que el sistemas de seguridad y salud en el trabajo en las empresas sea más robusto y exigente con el fin de buscar la integridad y salud en el trabajador. (Cebollero et al., 2005)

5.3.8. Rinitis

Según, Razi, Al, Rhazes, realizaron aportes fundamentales y duraderos en la historia de la medicina, específicamente en el descubrimiento de la rinitis, describe la rinitis como reacciones alérgicas a diferentes tipos de sustancias, Al Razi en una de sus publicaciones “Una disertación sobre la causa de la coriza que ocurre en la primavera, cuando las rosas liberan su perfume”. Donde nombra que el olor de las flores provoca irritación en las fosas nasales en algunas personas y la considero como rinitis alérgica estacional, de esta forma al observar el paso de los años se tuvo evidencia de muchos más casos sobre sensibilidad en personas frente a un aroma en particular emitido por sustancias o vegetales, luego aparece en el año 1156 el médico Luso João Rodríguez, atribuye la presencia de estornudos en algunas personas que inhalan el olor que liberan las rosas , así mismo en el año 1565 un reconocido cirujano y anatomista indica tener un caso donde el individuo al momento de oler las rosas, le produce dolor de cabeza y estornudos y asignó esta afección como “fiebre de las rosa”. De esta forma experiencias similares fueron recopilados para incentivar estudios profundos, en la actualidad existen indefinidos casos de rinitis; para L. Sgambatti Celis, M. Jañes Moral, M. Gil Melcón describen el término rinitis como un trastorno heterogéneo (diferente) nasal sintomático que se reconoce por la inflamación de la

mucosa nasal, sin importar el mecanismo patogénico que esté interviniendo en ese momento y lo clasifican:

Tabla 3. Tipos de rinitis

| Tipo de Rinitis | Descripción | Fase Clínica |
|--|---|---|
| Rinitis alérgica estacional (RAE) | Reacción principal al polen | Precoz , depende de la sensibilidad del individuo y como genera reacción |
| Rinitis alérgica perenne (RAP) | Reacción a la exposición a alérgenos en lugares cerrados (ácaros del polvo, proteínas animales, hongos) | Tardía , Esta se produce después de una exposición de 4 a 8 horas, estos especialistas en el tema indican que muchos factores pueden causar variación de la sintomatología ejemplo: Ambientes contaminados, olores penetrantes, cambios bruscos de temperaturas entre otros. |
| Rinitis alérgica laboral (RAL) | Reacción a la exposición a alérgenos inhalados en el lugar de trabajo (cefalosporinas, penicilinas, enzimas, cromo, níquel) | Tardía , Esta se produce después de una exposición de 4 a 8 horas, estos especialistas en el tema indican que muchos factores pueden causar variación de la sintomatología ejemplo: Ambientes contaminados, olores penetrantes, cambios bruscos de temperaturas entre otros. |

Fuente. Adaptado de SEORL PCF

Según Hernández, F. refiere que la rinitis es una forma de alergia provocada por la inhalación de sustancias alergizantes reconocidas como tales e inherentes al tipo de trabajo, pero también se tiene en cuenta la rinitis alérgica profesional es una obstrucción nasal reversible. (Hernández, 2018).

Por otro lado, Suárez, C; indica que la rinitis alérgica consiste en la inflamación de la mucosa nasal; en la cual emite una respuesta inmunológica mediada por la inmunoglobulina frente a un alérgeno específico.

5.3.9. Síndrome mediado por Inmunoglobulina G (IgG)

Para comprender de manera rápida recordemos que todo nuestro cuerpo posee anticuerpos o inmunoglobulinas que cumplen el papel del colador para el organismo con el fin de bloquear y no dejar pasar todo agente externo que pueda ocasionar algún daño a el organismo, como los son gérmenes, virus, bacterias, su tarea principal es identificar potencial de daño y expulsarlo del organismo, de esta manera ocurre en el sistema respiratorio cuando el individuo inhala oxígeno para realizar el proceso de purificación en la sangre para ser transportada a todo el organismo en ese momento todos los anticuerpos cuando detectan algún potencial de daño, automáticamente lo encapsulan y a su vez proceden a expulsarlo en forma de flema o esputo a través del mecanismo denominado tos que producen los pulmones para sacar la amenaza.

Cuando existe deficiencia de estos anticuerpos el sistema respiratorio queda susceptible a toda potencial amenaza que venga del exterior ya que las inmunoglobulinas encargadas de defender el organismo no logran cumplir el tamizaje al cien por ciento y agentes patógenos se pueden filtrar sin problema y producir daño.

5.3.10. Bronquitis ocupacional

Según Prada, indica que la bronquitis laboral u ocupacional, corresponde a la presencia de tos y expectoración que da como resultado una respuesta inespecífica a polvos inorgánicos, gases irritantes y vapores, en ausencia de consumo de cigarrillo, con o sin patrón obstructivo

5.3.11. Neumonitis por hipersensibilidad

Según, Gallardo Medina, M. y Pérez Sánchez, E. es también conocida como alveolitis alérgica extrínseca actualmente se encuentran clasificadas como una enfermedad inflamatoria que afecta las partes distales del pulmón la cual es provocada por la inhalación repetida por partículas orgánicas o compuestos químicos de bajo peso molecular.

Donde Mayra E. Mejía indica que la Neumonitis por hipersensibilidad se caracteriza por la inflamación molecular en forma difusa del parénquima pulmonar, donde la inhalación continua de antígenos que pueden ocasionar daño en los pulmones ya que estos se encuentran dispersos en el ambiente o área de trabajo donde realice las actividades asignadas el trabajador, de esta manera generando en el huésped susceptible (trabajador) una afectación en los alveolos causando una alveolitis extrínseca, cabe resaltar que dependiendo del antígeno (hongos, bacterias, protozoos, amebas) y la característica que lo complementa como tamaño, solubilidad y naturaleza particulada, así mismo puede causar daño en el organismo.

Esta enfermedad que es reconocida como la enfermedad del granjero ya que inicialmente esta afectación se presentaba en trabajadores de estas áreas y los principales signos de alarma son: tos, disnea y cuadros respiratorios repetitivos.

Con base a la investigación realizada se evidencia las diferentes enfermedades que son generadas por la inhalación de gases y vapores; por lo que se tiene en cuenta lo establecido por el autor Alois David y Gregory Wagner en la enciclopedia de la OIT - Capítulo 10 del Aparato respiratorio Alois David y Gregory Wagner en la enciclopedia de

la OIT - Capítulo 10 del Aparato respiratorio; refieren que las vías respiratorias cumplen la función de intercambio dióxido de carbono y el torrente sanguíneo mediante los alvéolos; como también eliminar el exceso de desechos de la superficie. El aparato respiratorio puede presentar alteraciones graves mediante la concentración de polvos, humos y patógenos; generando destrucción en los mecanismos de defensa y alteración en su función. Además, desde el punto de vista biológico es de gran importancia tener en cuenta los factores del huésped (Edad, estado de salud, estado inmunológico, estado nutricional, estado psicológico, y factores genéticos) además de los factores ambientales (Propiedades físico químicas, exposición, duración y frecuencia), ya que los tiempos de respuesta no son actuados de las mismas formas debido a que el aparato respiratorio no tiene el mismo tiempo de la exposición. (Wagner et al., 2010)

Entre las diferentes sustancias químicas que son implementadas en la transformación del petróleo en gasolina el hidrocarburo aromático más peligroso para salud de los trabajadores es en benceno, según Santiago Vega en su tesis de la exposición del benceno en las estaciones de gasolineras a los trabajadores, la concentración varía del 0 al 2%, además de ser altamente inflamable, por lo cual seguir los límites de exposición establecidos son fundamentales para disminuir las posibles afectaciones que se generan en las personas que trabajan en las estaciones de servicios.

Según, Trinidad Sánchez y Concha, 2018, en su estudio “*Estructura y Funciones Del Sistema Respiratorio*” enfocado en la descripción detallada del sistema respiratorio y sus funciones con el fin de generar claro entendimiento frente al comportamiento de este sistema tan vital, como lo es el resto de los sistemas del cuerpo humano, con relación a

cada funcionalidad, función y equilibrio que posee. De esta manera explica el mecanismo de actuar del sistema linfático en el momento del intercambio gaseoso; Por otra parte el José San Martín, Solange Caussade 2012. Indican con su estudio “*Evaluación funcional de la vía aérea*” que la función de la vía aérea es primordial para el proceso de acondicionamiento en el organismo para lograr el proceso del intercambio de oxígeno en el cuerpo.

Neumonitis química. Según Navarro, F et al; indican que “*Neumonitis química secundaria a inhalación accidental de heptano*” una reacción de hipersensibilidad al depositarse los antígenos en el parénquima pulmonar. La sintomatología se presenta horas o incluso días después de la exposición al antígeno, en los estudios de imagen se puede encontrar edema pulmonar.

Tabla 4. Clasificación de la vía aérea

| Vía aérea superior | |
|---------------------------|--|
| Partes | Definición |
| Nariz | segmento de la vía aérea encargado de acondicionar el aire antes de su llegada a los pulmones, aportando al aire inspirado una temperatura y humedad óptimas para que el intercambio gaseoso a nivel pulmonar sea lo más eficiente posible |
| Faringe | Es un segmento compartido por la vía aérea y por el tubo digestivo, este segmento cumple con dos tareas fundamentales ya que debe cuidar la parte respiratoria y a su vez la digestiva |

| Vía aérea superior | |
|---------------------------|---|
| Partes | Definición |
| Laringe | Este segmento de la vía aérea es quizás el de funcionamiento más complejo y en él participan gran cantidad de circuitos neuronales sensitivos y motores que deben ser capaces de coordinar una adecuada respiración con una deglución segura y efectiva, además de ser capaces de lograr una buena fonación y proteger la vía aérea. La motilidad cordal (grado de apertura o cierre, tensión) es determinante para la mantención de estos mecanismos. |
| Vía aérea inferior | |
| Partes | Definición |
| Árbol traqueo bronquial | La tráquea es un tubo fibromuscular cuyo soporte está constituido por cartílago en forma de C, en la zona ventrolateral, y dorsalmente se completa con músculo liso. Esta conformación se mantiene en los bronquios mayores, y en la medida que los bronquios se van subdividiendo los anillos van siendo reemplazados por placas cartilaginosas de formas irregulares. Con su zona de conducción (tráquea, bronquios mayores, subdivisiones bronquiales hasta bronquiolo terminal), y zona de transición y respiratoria (bronquiolos respiratorios, ductos y sacos alveolares). Su anatomía, histología, su ubicación con respecto a la cavidad torácica determinan las diversas condiciones fisiológicas y patológicas de cada uno de sus segmentos |

Fuente: Zona Hospitalaria

Dado que los componentes del sistema respiratorio son bastante complejo y delicado a su vez, se puede mencionar que al estar en exposición continua con gases y vapores producidos por agentes químicos como lo son los Hidrocarburos (Gasolina, Petróleo) pueden producir afectaciones en la salud como:

6. Metodología

Para la elaboración del proyecto investigativo se ejecutó mediante herramientas como fueron: bases de datos, artículos científicos, libros e informes de estudios realizados nacional e internacionalmente sobre las condiciones laborales de los trabajadores que se desempeñan laboralmente en las estaciones de servicio, permitiendo así; identificar las diferentes problemáticas que se presentan en la salud de los colaboradores. Asimismo, se establecieron lapsos de tiempos para dar cumplimiento a los objetivos planteados con antelación.

6.1. Enfoque y alcance de la investigación

Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo y de alcance descriptivo, la búsqueda de información se realizó en bases de datos como Scopus, ScienceDirect, con una ecuación de búsqueda con términos booleanos “OR” – “AND” la búsqueda se limitó desde el año 2010- 2020, posterior a ello se procedió al análisis bibliométrico de los artículos, para la inclusión de los estudios se tuvieron en cuenta los criterios de inclusión; efectos respiratorios, trabajadores del área de hidrocarburos, síntomas respiratorios, como idioma se incluyeron artículos en inglés, español y portugués

6.2. Cuadro resumen de objetivos, actividades, herramientas y población (o muestra) utilizada en la recolección de la información.

Tabla 5. Cuadro resumen de objetivos

| Objetivo General | Objetivos Específicos | Actividades | Instrumento | Población o Muestra | |
|--|--|--|---|----------------------------|----|
| Identificar los efectos respiratorios más prevalentes por inhalación de gases y vapores en los trabajadores de estaciones de servicio a nivel mundial durante los años 2010 - 2020 | Describir los síntomas respiratorios mayormente reportados en los estudios en trabajadores expuestos a la inhalación de gases y vapores en estaciones de servicio. | Formulación de la pregunta de investigación | Ficha de bibliometría | 66 | |
| | | Búsqueda de información en bases de datos Scopus, ScienceDirect | | | |
| | Identificar las condiciones de seguridad e higiene reportada en los estudios para los trabajadores expuestos a la inhalación de gases y vapores en estaciones de servicio. | Identificar las condiciones de seguridad e higiene reportada en los estudios para los trabajadores expuestos a la inhalación de gases y vapores en estaciones de servicio. | Selección de los artículos que cumplen los criterios de inclusión | Ficha de bibliometría | 38 |
| | | | Lectura a texto completo de los artículos | Artículos seleccionados | |
| | | | Identificar las adecuadas condiciones en los aspectos de seguridad e higiene en las estaciones de servicio. | | |
| | | | Análisis de los países con mayor reporte de efectos respiratorios reportados | Artículos seleccionados | |
| | Determinar los países con mayor reporte de efectos respiratorios derivados a la inhalación de gases y vapores de gasolina durante los años 2010 - 2020 | Análisis de los principales síntomas que se presentan en los trabajadores que se encuentran expuestos a los gases y vapores. | Artículos seleccionados | | |

Fuente. Elaboración propia

6.3. Descripción detallada del diseño metodológico desarrollado para el logro de los objetivos

De acuerdo a los objetivos planteados para llevar a cabo esta investigación se realizó la recopilación de información a través de lecturas provenientes de revistas, libros físicos, digitales y con alta variedad de contenido normativo, científico, investigativo, médico y todo aquel que nos pudiera brindar información para analizar y determinar cada objetivo propuesto en nuestro trabajo investigativo, de esta manera se logró comprender en su mayoría el manejo de los procesos en una estación de servicio y que sin importar el lugar de procedencia del trabajador evidentemente se encuentra expuesto a enfermedades laborales ya sea por deficiencia en protocolos de bioseguridad en sus áreas de trabajo como descuido del área encargada de gestión en el área de seguridad y salud en el trabajo.

Teniendo en cuenta los síntomas respiratorios, las condiciones de seguridad e higiene y los países con mayor incidencia que genera la inhalación de gases y vapores se evaluaron basados en estudios ejecutados en países como la India, Canadá, Estados Unidos y Egipto; donde se identificaron las consecuencias que conllevan la continua exposición a estos factores de riesgo químico.

7. Resultados

7.1. Describir los síntomas respiratorios mayormente reportados en los estudios en trabajadores expuestos a la inhalación de gases y vapores en estaciones de servicio.

De acuerdo a la información que se recolectó en las bases de datos Uniminuto y libros digitales, se evidenció la sintomatología más prevalente y tomada en cuenta para la

evaluación y diagnóstico de los problemas respiratorios que pudo causar la exposición continua a gases y vapores provenientes de productos químicos manipulados en su área de trabajo, dichas enfermedades lograron un deterioro de salud en los trabajadores de manera tanto leve como crónica a corto y largo plazo, para ello la sintomatología más relevante fueron tos, disnea, rinitis, sibilancias, estridor y a su vez impidiendo el desarrollo de sus actividades cotidianas laborales como personales.

Teniendo en cuenta que para la ejecución de este proyecto investigativo se implementaron un total de 27 estudios, los cuales fueron elaborados según las condiciones de trabajo presentes en los diversos países tales como: India, Canadá, Egipto, entre otros. Con el fin de evidenciar las diferentes situaciones que se presentan y conocer las posibles causas y consecuencias de las afectaciones al sistema respiratorio en los trabajadores que laboran en las estaciones de servicio.

7.2. Identificar las condiciones de seguridad e higiene reportada en los estudios en trabajadores expuestos a la inhalación de gases y vapores en estaciones de servicio.

Para la identificación de las condiciones de seguridad e higiene que durante los últimos años ha generado en los trabajadores por la inhalación de gases y vapores en las estaciones de servicio; se tuvieron en cuenta los estudios de la IV conferencia internacional de la neumoconiosis; establece la realización de las mediciones por exposición durante un periodo de tiempo y los estudios de las diferentes condiciones que afectan la salud de los trabajadores en esta actividad económica. Es por ello que se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

Tabla 6. Cuadro de condiciones de seguridad e higiene

| Condiciones De Seguridad E Higiene | | | |
|------------------------------------|------------------|--------------------|--------------------|
| No. | Horas De Trabajo | Jornada Laboral | Sobrecarga Laboral |
| 1 | 4 horas | 6 días a la semana | Horas extras |
| 2 | 8 horas | | Doblar turnos |

Fuente: Compilado por los autores

7.3. Determinar los países con mayor reporte de efectos respiratorios derivados a la inhalación de gases y vapores de gasolina durante los años 2010 – 2020

Según la investigación realizada, en la cual se tuvo presente los diferentes estudios, informes y casos presentes en diversos países; se pudo determinar que durante el año 2010 al 2020 se evidencia que los países que presentan una mayor incidencia en el reporte de efectos respiratorios derivados por la inhalación de gases y vapores son. Ver figura 2

Figura 2. Mapa de países con publicaciones relacionadas en el área



Fuente: Elaboración propia

Dichos países tuvieron un alto porcentaje en los casos de afectaciones en el sistema respiratorio de los trabajadores en las estaciones de servicio, en gran medida a causa del incremento en la demanda del sector automotriz que con lleva a que se aumenten las estaciones de servicios, por lo cual las personas expuestas a la inhalación de gases y vapores son aún mayor, aunque cabe mencionar que los controles que se deben implementar es las estaciones de servicio son fundamentales para mitigar posibles afectaciones a largo plazo, de tal manera la falta de ellos puede ocasionar que los trabajadores presenten repercusiones a futuro.

Tabla 7. Cuadro de enfermedades a nivel mundial

| País | Enfermedades | Casos | Fuente que reporta |
|---|---|---|---|
| India Canadá Estados Unidos Egipto | La Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC) | 200 millones de personas, el 73% no son diagnosticadas. | Foro de las Sociedades Respiratorias Internacionales. |
| | Asma | 334 millones de personas en todo el mundo | |
| | Cáncer de pulmón | 14.1 millones de personas afectadas. | |
| | Enfermedades pulmonares | 5.8 millones de personas | |

Fuente: Compilado por los autores

8. Presupuesto

En la elaboración de la investigación se implementaron diferentes recursos que fueron fundamentales para determinar los efectos respiratorios por inhalación de gases y vapores en los trabajadores de las estaciones de servicio, lo cual no requirió de ningún tipo de inversión económica.

9. Conclusiones

Las afectaciones al sistema respiratorio en los trabajadores de las estaciones de servicio se presentan debido a la manipulación de diversas sustancias químicas que generan vapores y gases que entran en contacto al momento de brindar un servicio, en el cual dependiendo del tiempo de exposición los síntomas pueden variar; de ser leves, graves o mortales.

Existe un aumento en la demanda de hidrocarburos en donde los países incrementaron la cantidad de estaciones de servicio y debido a las condiciones precarias (falta de EPP y capacitaciones a los trabajadores) que se evidencia en las áreas de trabajo los casos de deterioro pulmonar son mayor.

Conocer sobre las sustancias que se manejan en las estaciones de servicio y el adecuado manejo de las mismas son de gran apoyo para prevenir y mitigar posibles enfermedades laborales, así mismo la formulación y aplicación de una metodología que permita controlar dichas situaciones para disminuir síntomas en los trabajadores; son esenciales para lograr no solo un óptimo desempeño sino también preservar la salud de los colaboradores.

10. Recomendaciones

Implementar medidas de recolección para residuos de hidrocarburos producidos al momento del tanqueo en las estaciones de servicio.

Reforzar programas de autocuidado en los trabajadores de las estaciones de servicio.

Aplicar metodologías más avanzadas en análisis de riesgos ocupacionales en las estaciones de servicio.

Implementar espirometrías en los exámenes médicos que se realizan periódicamente, con el fin de evaluar la cantidad de aire que el trabajador exhala y de esta forma identificar de manera oportuna posibles afecciones pulmonares.

Realizar inspecciones dirigidas a los trabajadores más constantes por el área encargada de seguridad y salud en el trabajo.

Implementar listas de chequeos pre-turno y de esa manera se puede llevar un seguimiento de las condiciones de salud en los trabajadores de las estaciones de servicio.

Administrar la indumentaria correcta y necesaria a los trabajadores de las estaciones de servicio para que tengan una óptima protección y aporten a la prevención de accidentes y enfermedades laborales.

Implementar la debida señalización de seguridad en lugares visibles en los establecimientos.

Crear medidas de prevención y control en las cajas contenedoras para evitar fugas y cuidar el medio ambiente.

Evitar dejar sola la estación de servicio y en gran medida que en el área de trabajo estén mínimo dos operarios.

11. Referencias

- Arcas Patricio, M. A. (2006). *Fisioterapia Respiratoria* (Primera). Editorial MAD.
- Asociación de la Industria Hidrocarburífera del Ecuador. (2011). *Petróleo en Cifras*.
- Barcala, F. J. (2004). *Sintomatología respiratoria y función pulmonar en población geriátrica de una comunidad rural gallega: un estudio piloto*. 20.
http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-71992003000400005
- Begum, S., & Rathna, M. (2012). Pulmonary Function Tests in Petrol Filling Workers in Mysore City. *Pak J Physiol*, 8(1), 12–14. <http://www.pps.org.pk/PJP/8-1/Sadiqua.pdf>
- Canet, J. (2020). *FISIOLOGÍA RESPIRATORIA*. 1–21.
- Cárdenas, J. M. de P., M.Luz, M. L., & Juyol Rodrigo, M. C. (2009). capítulo 22: FISIOLÓGÍA Y FISIOPATOLOGÍA RESPIRATORIAS, PRUEBAS DE FUNCIÓN PULMONAR, MONITORIZACIÓN RESPIRATORIA, PRUEBAS DE FUNCIÓN PULMONAR Y MANEJO DE LA DISNEA AGUDA EN URGENCIAS. *Manual de Urgencias Cardiopulmonares*, 263–284.
- Cebollero, P., Echegoyen, E., & Santolaria, M. A. (2005). *Asma ocupacional*. 28.
http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272005000200008
- Deora, K; Meghnad, S; Hulke; Bhargava, C. D. (2019). Comparison of Pulmonary Function Test in Petrol Pump Worker and Auto-rickshaw Driver. *Advanced Biomedical Research*, 6(105), 1–13. <https://doi.org/10.4103/abr.abr>
- Dr Santosh V Chidri, & Patil, D. S. (2014). Assessment of Pulmonary function tests in petrol pump workers: A cross sectional study. *Indian Journal of Basic and Applied Medical Research*, 3(2), 507–510. <http://ijbamr.com/pdf/507-510.pdf.pdf>

- Dube, S., Mungal, S. U., & Kulkarni, M. (2013). Evaluation of respiratory functions in petrol pump workers at Nanded. *International Journal of Recent Trends in Science and Technology*, 8(2), 149–152.
- Ezzat, A. R., Riad, N. H. A., Fares, N. H., Hoda, G., & Alrefadi, M. A. (2011). *Gasoline inhalation induces perturbation in the rat lung antioxidant defense system and tissue structure*. 1(January), 1–14.
- Hernández, F. G. (2018). *Tratado de medicina del trabajo* (Elsevier H).
<https://books.google.com.co/books?id=kO1wDwAAQBAJ&pg=PA557&lpg=PA557&dq=Fernando+Gil+Hernández+RINITIS&source=bl&ots=noo1SHM2ux&sig=ACfU3U2opXfV4486QZYfB5iXRSv2HIDomA&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiR6Yj3uMmqAhVmhOAKHSoCBXYQ6AEwAXoECAsQAQ#v=onepage&q=RINITIS&f=false>
- Hormaeche Azumendi, J. I., Perez de Laborda Delclaux, A., & Txetxu Saenz de Ormijana, F. (2008). El petróleo y la energía en la economía. In *Ekonomiaz*.
- Iermoli, M. A; Dvorkin, D; P. Cardinali, R. (2010). *Bases Fisiológicas de la Práctica Médica* (Catorce). Editorial Médica Panamericana.
- Lechtzin, N. (2020). *Intercambio de oxígeno y dióxido de carbono*. 19–20.
- Lechtzin, N., & Hopkins, J. (2017). *Intercambio de oxígeno y dióxido de carbono*.
<https://www.msmanuals.com/es-co/hogar/trastornos-del-pulmón-y-las-vías-respiratorias/biología-de-los-pulmones-y-de-las-vías-respiratorias/intercambio-de-oxígeno-y-dióxido-de-carbono>
- Maldonado, F. C. (2004). *Enfermedades pulmonares ocupacionales*. 397–405.
- Niraimathi, D., Kamakshi, M. R., & John, N. A. (2014). *Comparison of Peak Expiratory*

Flow Rate and Forced Vital Capacity between Petrol Pump Workers and Automobile Repair Workers. 5(2), 4084–4088.

Pratap Singh, A, Sharma, N; Agarwal, R; Agarwal, A, K. (2020). *Advanced Combustion Techniques and Engine Technologies for the Automotive Sector* (A. A.K; (ed.)). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-15-0368-9_12

Sánchez, A. (2019). *El consumo de crudo superará por primera vez en 2020 los 100 mbd, según OPEP.* *Petróleo Mercado.*

Sinha, A., & Patil, S. N. (2015). Pulmonary function tests in Petrol pump workers in Karad town. *International Journal of Biomedical Research*, 6(06), 6.
<https://doi.org/10.7439/ijbr>

Stellman, J. M. (1998). *Enciclopedia de Salud y Seguridad Ocupacional* (O. I. del Trabajo (ed.)). https://books.google.com.co/books?id=e4_S46UcI2AC&pg=RA6-PR21&lpg=RA6-PR21&dq=George+Friedman-Jiménez+y+Edward+L.+Petsonk&source=bl&ots=oxK3sGyb_J&sig=ACfU3U3w9c-3aa7GopL4M0GXkSE1Qcppqw&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwi_u8zAs8bqAhWQd98KHdwlAogQ6AEwAHoECAoQAQ#v=onep

Suárez López, A. (2019). *Al 2050, Colombia seguirá atada a los combustibles fósiles.*

Sumathi, P., & Neelambikai, N. (2016). Evaluation of pulmonary functions in petrol pump workers. *Indian Journal of Clinical Anatomy and Physiology*, 3(2), 189.
<https://doi.org/10.5958/2394-2126.2016.00044.x>

Tardif, R., Liu, L., & Raizenne, M. (2004). Exhaled Ethanol and Acetaldehyde in Human Subjects Exposed to Low Levels of Ethanol. *Inhalation Toxicology*, 16(4), 203–207.

<https://doi.org/10.1080/08958370490277272>

Wagner, G., Marfin, A., Hubbs, A., & Musgrave, K. (2010). Respiración y bioquímica- Aparato Respiratorio. *Sumarc - El Cuerpo Humano*, 108–155.

Welsch, U., & Sobotta, J. (2008). *Histología* (Ed. Médica).

[https://books.google.com.co/books?id=7zFxo6bmx10C&pg=PA305&dq=sistema+respiratorio&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiwocmAkufqAhXPm-AKHYTRBxs4ChDoATAEegQIBRAC#v=onepage&q=sistema respiratorio&f=false](https://books.google.com.co/books?id=7zFxo6bmx10C&pg=PA305&dq=sistema+respiratorio&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiwocmAkufqAhXPm-AKHYTRBxs4ChDoATAEegQIBRAC#v=onepage&q=sistema%20respiratorio&f=false)